

# 基于信息技术的公路边坡地质灾害监测与预警研究

刘 赓 徐 达 戚 伟

陕西高速公路工程试验检测有限公司 陕西 西安 710000

**摘要：**公路边坡地质灾害对交通安全构成严重威胁。本文探讨了基于信息技术的监测与预警方法，以应对传统监测手段的局限性。通过自动化监测系统、物联网技术、卫星遥感与GIS、GNSS等技术的应用，实现了对公路边坡地质灾害的实时监测。结合数据处理与分析、预警模型构建、预警指标与阈值确定等预警方法，实现了灾害的实时预警和信息发布。研究结果为提高公路边坡地质灾害的监测与预警能力提供了技术支持，有助于保障交通安全。

**关键词：**信息技术；公路边坡；地质灾害监测；预警研究

## 引言

公路边坡地质灾害频发，严重威胁着人民生命财产安全。传统监测方法受限于人工成本高、监测效率低及预警滞后等问题，难以满足现代公路安全管理的需求。随着信息技术的迅猛进步，其在地质灾害领域的监测与预警应用展现出巨大潜力。本文聚焦于利用信息技术优化公路边坡地质灾害的监测与预警手段，旨在通过技术创新，实现更高效、准确的灾害监测预警，为公路交通安全构筑坚实防线，保障人民群众的生命财产安全。

## 1 公路边坡地质灾害概述

公路边坡地质灾害是指在公路沿线，由于自然因素或人为活动引发的边坡失稳现象，这些现象往往对公路交通构成严重威胁，这些灾害可能导致公路中断，影响交通畅通，还可能造成人员伤亡和财产损失<sup>[1]</sup>。公路边坡地质灾害的类型多种多样，主要包括滑坡、崩塌、泥石流等。滑坡是指边坡上的岩土体在重力作用下，沿一定滑动面向下移动的现象。崩塌则是边坡上的岩土体突然脱离母体，以自由落体或翻滚的方式向下运动。泥石流则是由暴雨、冰雪融化等水源激发，携带大量固体物质的特殊洪流。这些灾害的发生往往与地质条件、气候条件、人类活动等因素密切相关。地质条件如边坡的岩性、结构、坡度等，是影响边坡稳定性的关键因素。气候条件如降雨量、气温等，通过影响边坡的岩土体物理力学性质和地下水状态，进而对边坡稳定性产生影响。人类活动如公路建设、开挖、堆载等，也可能改变边坡的原始应力状态，导致边坡失稳。公路边坡地质灾害的危害性不容忽视。一方面，这些灾害可能导致公路交通中断，给人们的出行带来不便，影响经济发展和社会稳定。另一方面，灾害发生时可能伴随有巨大的声响、震动和飞石等，对人员安全构成严重威胁。此外，灾害还可能对周边的生态环境造成破坏，影响生态平衡。加强公路边坡

地质灾害的监测与预警至关重要。通过采用先进的监测技术和预警系统，可以及时发现边坡的异常变化，为管理部门提供决策支持，采取必要的防治措施，降低灾害发生的风险和损失。加强公众对边坡地质灾害的认识和防范意识，也是提高灾害防控能力的重要手段。

## 2 传统监测与预警方法的局限性

### 2.1 人工监测弊端

人工监测在公路边坡地质灾害预警中曾广泛应用，但其弊端日益明显。人工监测的时效性和准确性受限。由于需要人工巡视和记录，监测周期较长，难以及时发现边坡的微小变化和潜在风险。监测结果受巡视人员经验和主观判断影响，准确性难以保证。人工监测存在安全隐患。在地质灾害易发区域，巡视人员面临滑坡、崩塌等危险，生命安全受到威胁。特别是在恶劣天气条件下，巡视工作更加困难且危险。人工监测成本高昂。长期的人工监测需要投入大量人力、物力和时间，增加了灾害防控的经济负担。由于监测效率较低，难以满足大规模、实时性的监测需求<sup>[2]</sup>。人工监测在公路边坡地质灾害预警中存在诸多不足，难以满足现代灾害防控的精准、高效、安全需求。因此需要探索和应用更为先进的监测与预警技术，以提高灾害防控能力和水平。

### 2.2 传统技术困境

在公路边坡地质灾害监测与预警领域，传统技术同样面临诸多困境。（1）传统监测技术往往依赖于单点或局部的监测数据，难以实现全面的、实时的边坡状态监测。这种局限性导致预警系统难以及时捕捉到边坡的微小变形和异常变化，从而影响了预警的准确性和及时性。（2）传统预警模型和方法在处理复杂地质条件和多变环境因素时显得力不从心。由于边坡地质灾害的发生往往受到多种因素的共同影响，传统预警模型往往难以准确反映这些因素的相互作用和动态变化，导致预警结

果不够精确和可靠。(3)传统技术在数据处理和分析方面存在瓶颈。随着监测数据的不断增加和复杂化,传统数据处理方法在处理大规模、高维数据时显得效率低下,难以满足实时监测和预警的需求。传统技术在公路边坡地质灾害监测与预警领域面临诸多困境,需要借助现代信息技术手段进行改进和优化,以提高监测预警的准确性和时效性。

### 3 基于信息技术的监测技术

#### 3.1 自动化监测系统

自动化监测系统是公路边坡地质灾害预防与治理中的核心工具。该系统集成了高精度传感器、数据采集传输设备、数据处理分析软件和预警装置,实现了对边坡状态的全面、实时、自动监测。高精度传感器,如位移传感器、倾斜传感器和应力传感器,能够精确捕捉边坡的微小变化,确保数据的准确性和可靠性。数据采集传输设备利用有线或无线通信技术,实时将传感器采集的数据传输至数据处理中心,避免了数据丢失或延迟的问题。数据处理分析软件则运用大数据分析和人工智能技术,对采集到的数据进行深度挖掘和分析,评估边坡的稳定性,并在数据异常时自动触发预警机制。自动化监测系统凭借其24小时不间断监测、高精度、快速响应和降低人力成本等优势,极大地提高了监测效率和准确性,为公路边坡地质灾害的及时预警和有效防治提供了有力保障。

#### 3.2 物联网技术

物联网技术在公路边坡地质灾害监测领域的应用,为边坡安全监测带来了革命性的变革。通过构建庞大的传感器网络,物联网技术能够实时感知边坡的多种参数,包括位移、倾斜、应力、湿度等,并将这些数据自动、实时地传输至数据中心。物联网技术利用Wi-Fi、4G/5G等先进的无线通信技术,确保了数据的高效、稳定传输,使监测人员能够随时随地获取边坡的最新监测数据<sup>[3]</sup>。物联网平台还提供了强大的设备管理功能,包括实时监控设备状态、远程配置和升级等,大大提高了设备管理的效率和便捷性。物联网技术的应用,实现了监测数据的自动化采集、实时传输和智能化管理,为边坡安全监测提供了全面、准确的数据支持,有助于及时发现潜在的安全隐患并采取有效的防治措施。

#### 3.3 卫星遥感与地理信息系统(GIS)

卫星遥感和地理信息系统(GIS)在公路边坡地质灾害监测中发挥着至关重要的作用。卫星遥感技术以其大范围、高分辨率的监测能力,能够获取边坡的地形地貌、植被覆盖、地表形变等关键信息,为边坡稳定性评

估和灾害预警提供了重要的数据基础。GIS则是一种强大的空间分析和数据管理工具,能够对卫星遥感数据及其他相关数据进行整合、分析和处理,建立边坡的三维模型,评估边坡的稳定性,预测变形趋势。GIS还具有可视化展示功能,能够将分析结果以地图、图表等形式直观展示,为管理人员提供清晰、直观的决策依据。卫星遥感与GIS的结合,为公路边坡地质灾害监测提供了全面、高效的技术手段,实现了对边坡状态的精准监测和预警,为灾害防治提供了有力的技术支撑。

#### 3.4 全球导航卫星系统(GNSS)

全球导航卫星系统(GNSS)在公路边坡地质灾害监测中扮演着至关重要的角色。GNSS通过接收多颗卫星的信号,利用三角测量原理计算出监测点的三维坐标,实现高精度定位。这种高精度、实时性强的监测能力,使得GNSS能够满足对边坡微小位移和变形的监测需求。在实际应用中,通过在边坡上布置多个GNSS监测点,可以实时监测边坡的水平和垂直位移情况。当位移超过预设的阈值时,系统会自动触发预警机制,及时通知管理人员采取防治措施。GNSS技术的应用,为公路边坡监测提供了关键的数据支持,有助于及时发现边坡的异常变化并采取相应措施,确保公路的安全通行。GNSS技术的自动化程度高和全天候工作的特点,也大大提高了监测的效率和可靠性。

### 4 基于信息技术的预警模型与方法

#### 4.1 数据处理与分析

在基于信息技术的预警系统中,数据处理与分析扮演着举足轻重的角色,为整个预警流程奠定了坚实的基础。数据来源广泛,涵盖了传感器网络、历史记录、实时监测设备及第三方数据源等多个方面。在数据预处理阶段,我们致力于数据清洗,通过精细的操作去除噪声和异常值,确保数据的纯净与质量。紧接着,进行数据整合,将源自不同渠道的数据进行标准化处理,使之便于后续分析。数据分析阶段则运用统计方法、数据挖掘技术及机器学习算法,深入挖掘数据间的潜在关联与规律。借助时间序列分析,我们能够预测灾害的发生趋势;通过聚类分析,可以识别出高风险区域。这些详尽的分析结果为预警模型的构建提供了强有力的数据支撑,使得预警系统能够更加精准地捕捉灾害的蛛丝马迹。

#### 4.2 预警模型构建

预警模型是预警系统的精髓,其构建基于数据处理与分析的坚实基础。我们根据灾害类型与数据特性,精选回归分析、决策树、神经网络或深度学习等算法,进行定制化设计,旨在将复杂数据关系转化为精准的预测

模型<sup>[4]</sup>。在模型训练阶段,我们充分依托历史灾害数据与模拟场景,通过不断调试参数,力求模型预测精度的最大化。我们强调模型的自适应性,确保它能随着新数据的持续加入而不断优化,维持预测能力的准确与稳定。一个成功的预警模型,能敏锐捕捉灾害前兆,为预警决策提供科学支撑。它如同预警系统的智慧大脑,助力我们提前洞察潜在灾害风险,采取有效措施,确保人民生命财产安全。预警模型的构建是预警系统效能的关键所在,直接关系到灾害预警的准确性和及时性。面对日益复杂多变的公路边坡地质灾害,我们深知模型算法的重要性。我们将持续投入资源,致力于模型算法的改进与优化,不断提升预警系统的智能化水平。通过引入更先进的算法技术,结合丰富的监测数据,我们将努力提升预警模型的准确性和鲁棒性,为公路边坡地质灾害的防御提供更加精准、可靠的预警支持,有效保障人民生命财产安全。

#### 4.3 预警指标与阈值确定

预警指标是触发预警的关键要素,它们与灾害风险水平紧密相连,直接反映了预警系统的敏感度与准确性。在指标的选取过程中,我们需综合考虑灾害的物理特性、影响范围、社会敏感度等多重因素,确保所选指标能够全面、准确地反映灾害风险,阈值的设定则是预警机制中的关键环节,它决定了何时触发预警,对于避免误报和漏报至关重要<sup>[5]</sup>。在确定阈值时,我们结合历史灾害案例、专家经验和模型预测结果,力求找到最佳的平衡点。合理的预警指标与阈值能够有效区分正常状态与潜在风险,提高预警的准确性和实用性,为灾害防治工作提供有力的支撑。

#### 4.4 实时预警与信息发布

实时预警与信息发布是预警系统的最终输出环节,它直接关系到预警信息的传递效率和效果。一旦预警模型识别出灾害风险达到预设阈值,系统便会立即触发预

警机制,通过短信、邮件、社交媒体、广播等多种渠道向目标受众发送预警信息。在信息发布过程中,我们始终确保信息的准确性、及时性和针对性,同时充分考虑不同受众的信息接收能力和偏好,以确保预警信息能够迅速、有效地传达至每一位潜在受影响者。我们还建立了完善的反馈机制,积极收集受众对预警信息的反应和效果评估,以便持续优化预警流程和提升预警效果。实时预警与信息发布的高效运作,是确保预警系统发挥实效的关键所在,它为我们提供了宝贵的应对时间,助力我们更好地抵御灾害风险。

#### 结语

综上,本文成功将信息技术应用于公路边坡地质灾害的监测与预警中,显著提升了监测的实时性和预警的精确度。这不仅降低了人工监测的成本,还大幅提高了灾害响应速度。展望未来,随着技术的持续革新,地质灾害监测与预警系统将迈向更高的智能化、自动化水平。这将进一步增强公路交通的安全性,为公众出行提供更加可靠、全面的保护,确保人民生命财产安全不受地质灾害的威胁。

#### 参考文献

- [1]刁豪.基于信息技术的公路边坡地质灾害监测与预警研究[J].砖瓦世界,2023(6):169-171.
- [2]刘美琦,吴建光.基于北斗的四川高速公路边坡安全监测技术[C]//第十三届中国卫星导航年会论文集.2022:1-5.
- [3]徐望胜.都香高速公路路堑边坡稳定性动态监测预警模型研究[D].湖南:中南林业科技大学,2022.135-136.
- [4]师进.公路工程高边坡实时监测研究成果在运营期地质灾害防治中的应用[J].运输经理世界,2024(15):129-131.
- [5]李祖聪.基于点面结合的公路边坡监测技术及点云比对算法研究[D].河南:郑州大学,2023.188-189.